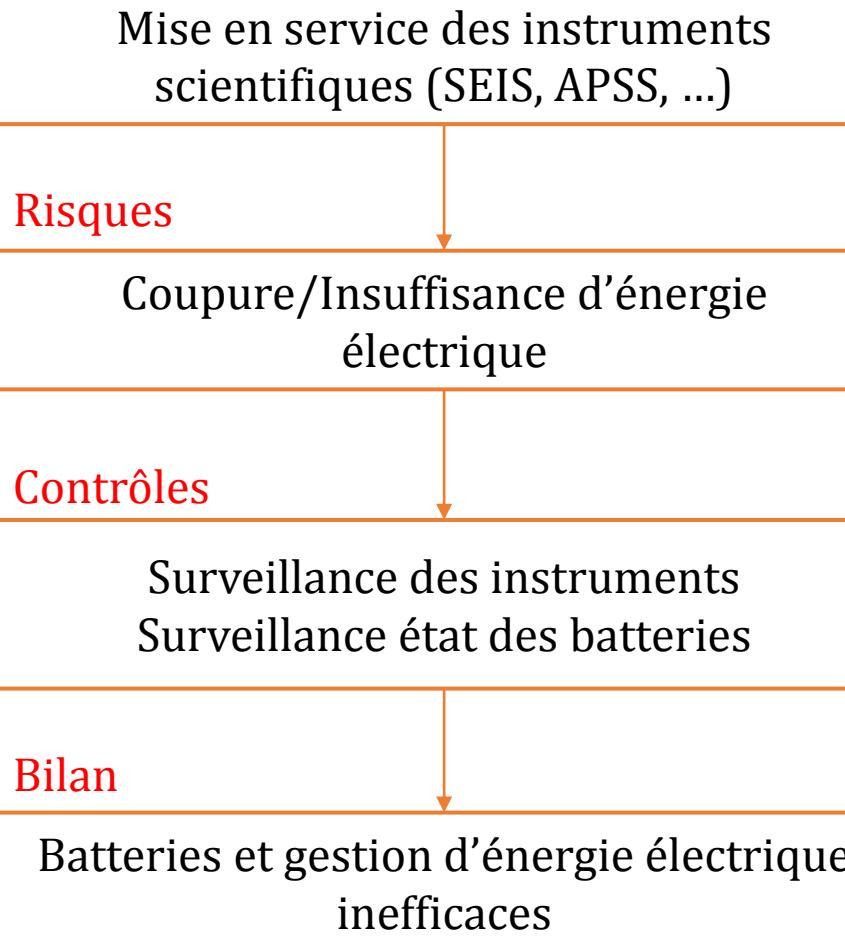


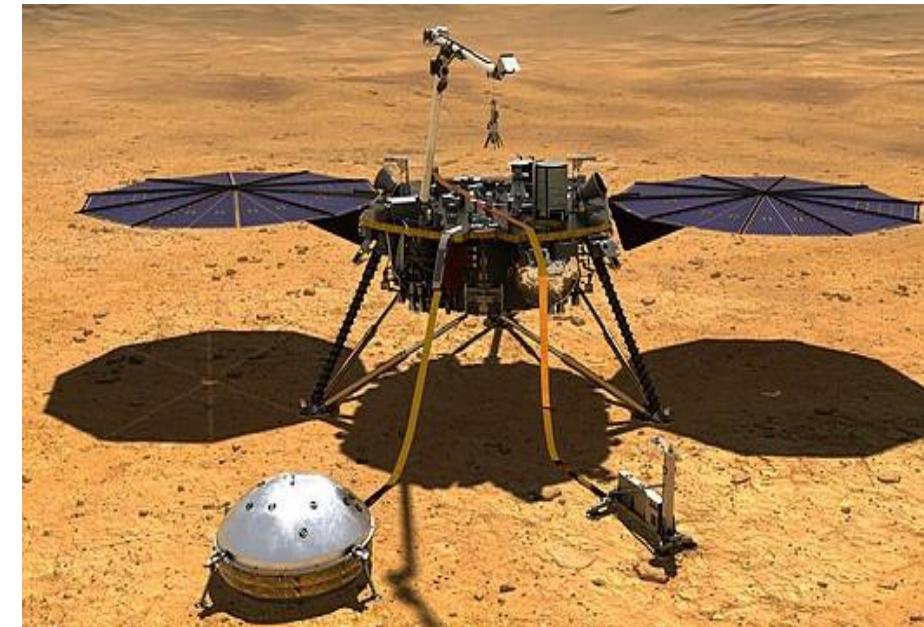
Mise en situation et problématique



Problématique

Comment assurer une autonomie énergétique suffisante et durable de la sonde InSight, visant à limiter la décharge des batteries pour tenir le temps de la mission à 4 ans.

Sonde InSight



Source : NASA

Plan

I/ Mise en situation et problématique



II/ Anatomie de la sonde

- ❖ Génération énergétique
- ❖ Stockage
- ❖ Instrumentation

III/ Le système énergétique

- ❖ Fonctionnement énergétique
- ❖ Optimisation de la puissance

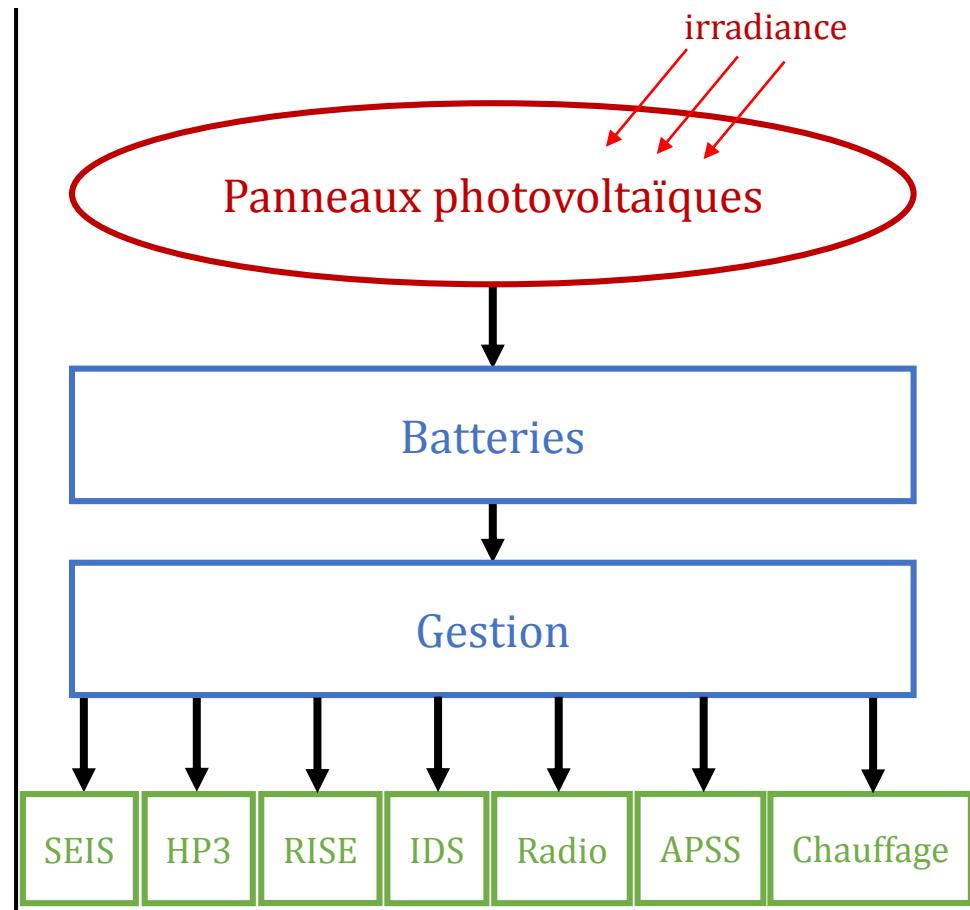
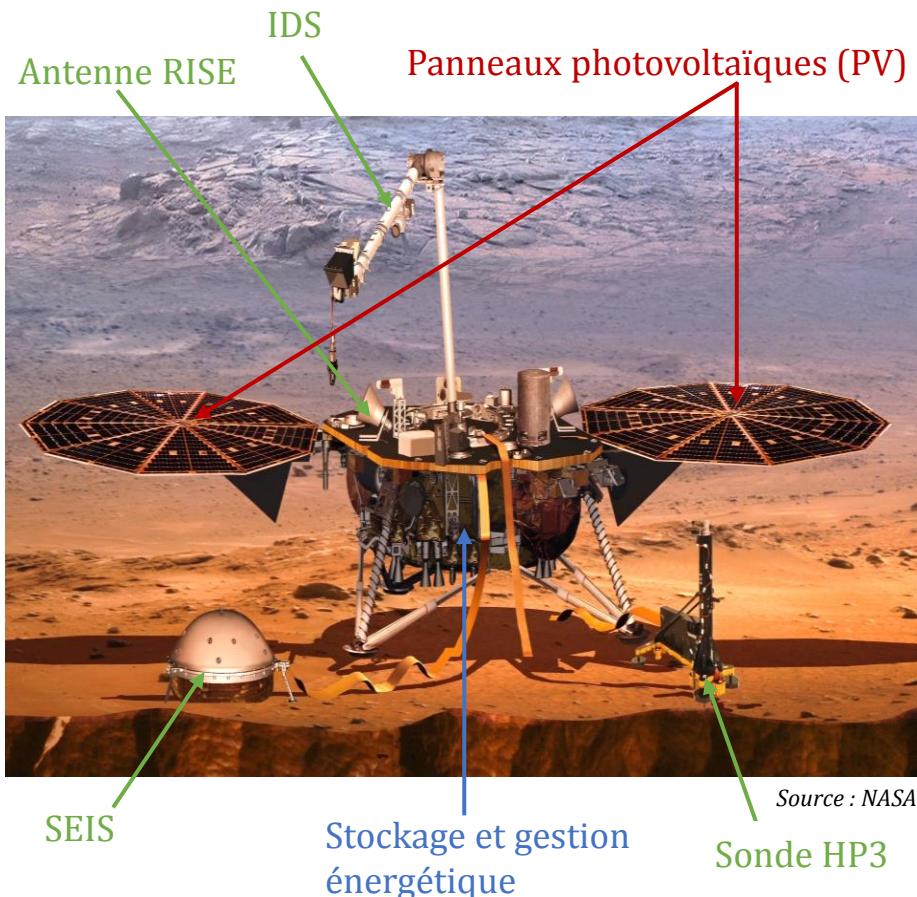
IV/ Modélisation

- ❖ Acquisition photovoltaïque (PV)
- ❖ Stockage
- ❖ Traitement
- ❖ Charges électriques

V/ Conclusion

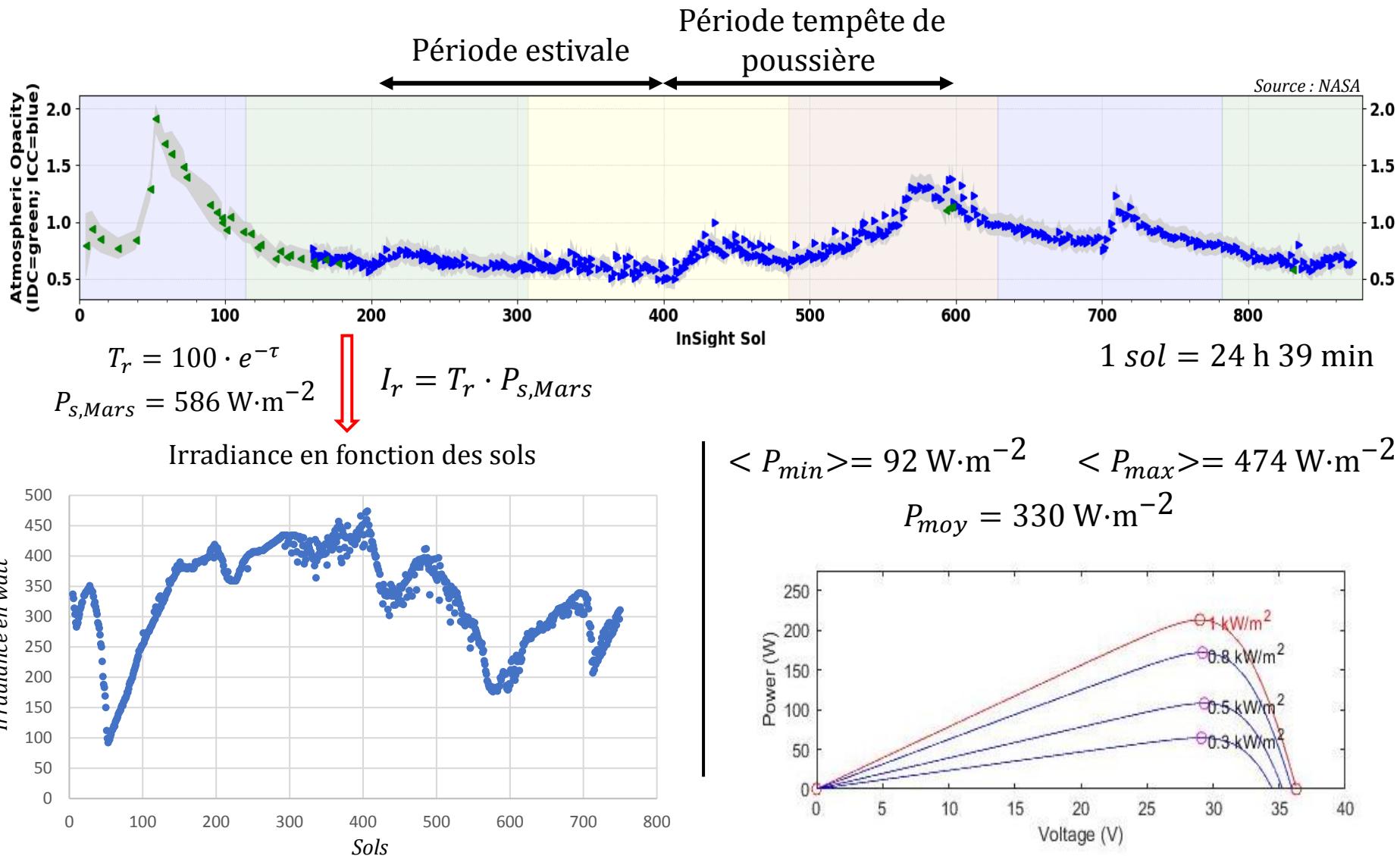
- ❖ Résultat du modèle équivalent
- ❖ Analyse et réponse à la problématique

Anatomie de la sonde



La connexion entre les différents organes de la sonde est assurée par des bus continus

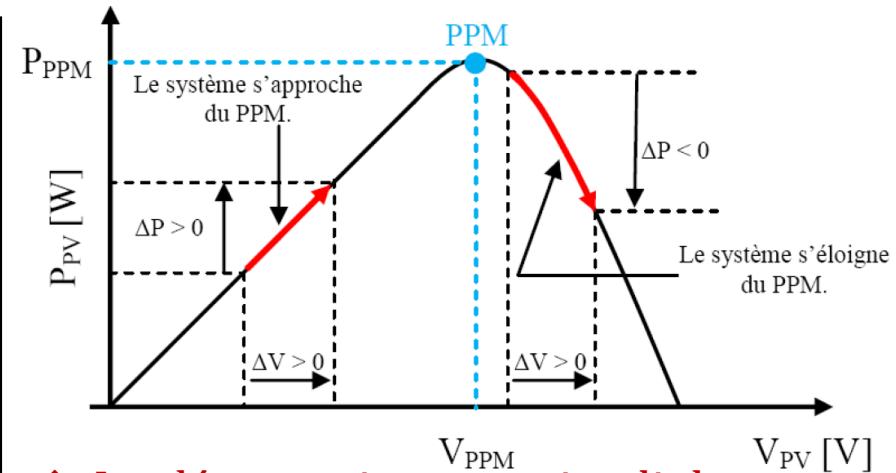
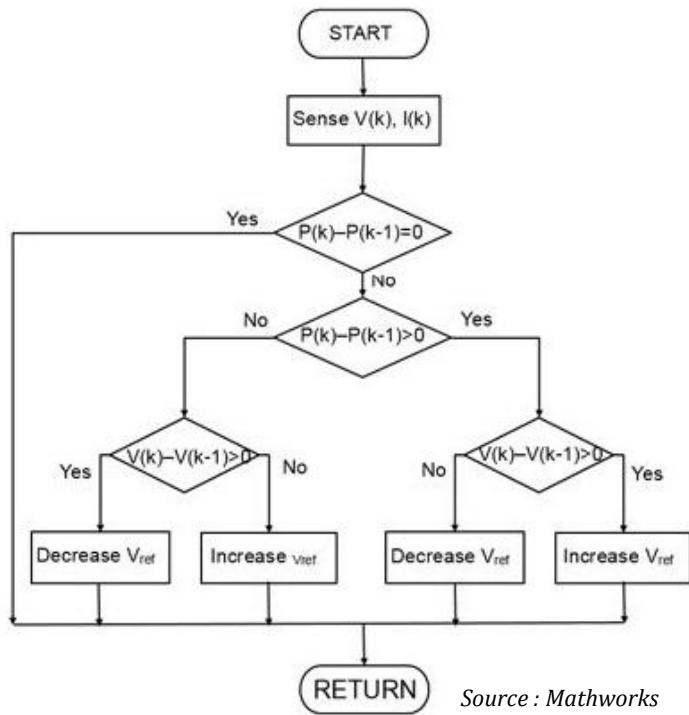
Fonctionnement énergétique



Optimisation de la puissance

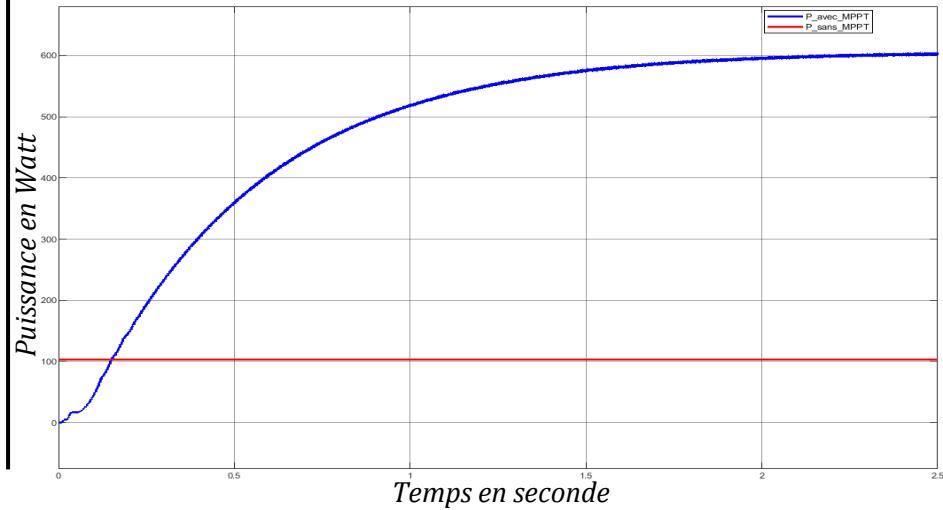
MPPT : Maximum power point tracker
(recherche de la puissance maximale)

❖ Algorithmes (P&O)



❖ Implémentation sous simulink

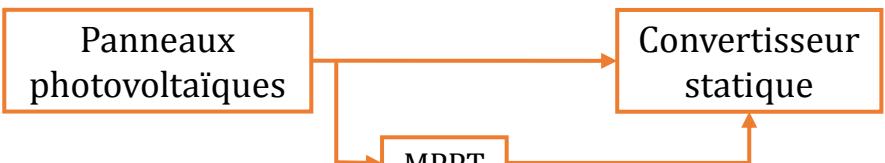
Puissance avec et sans MPPT en fonction du temps



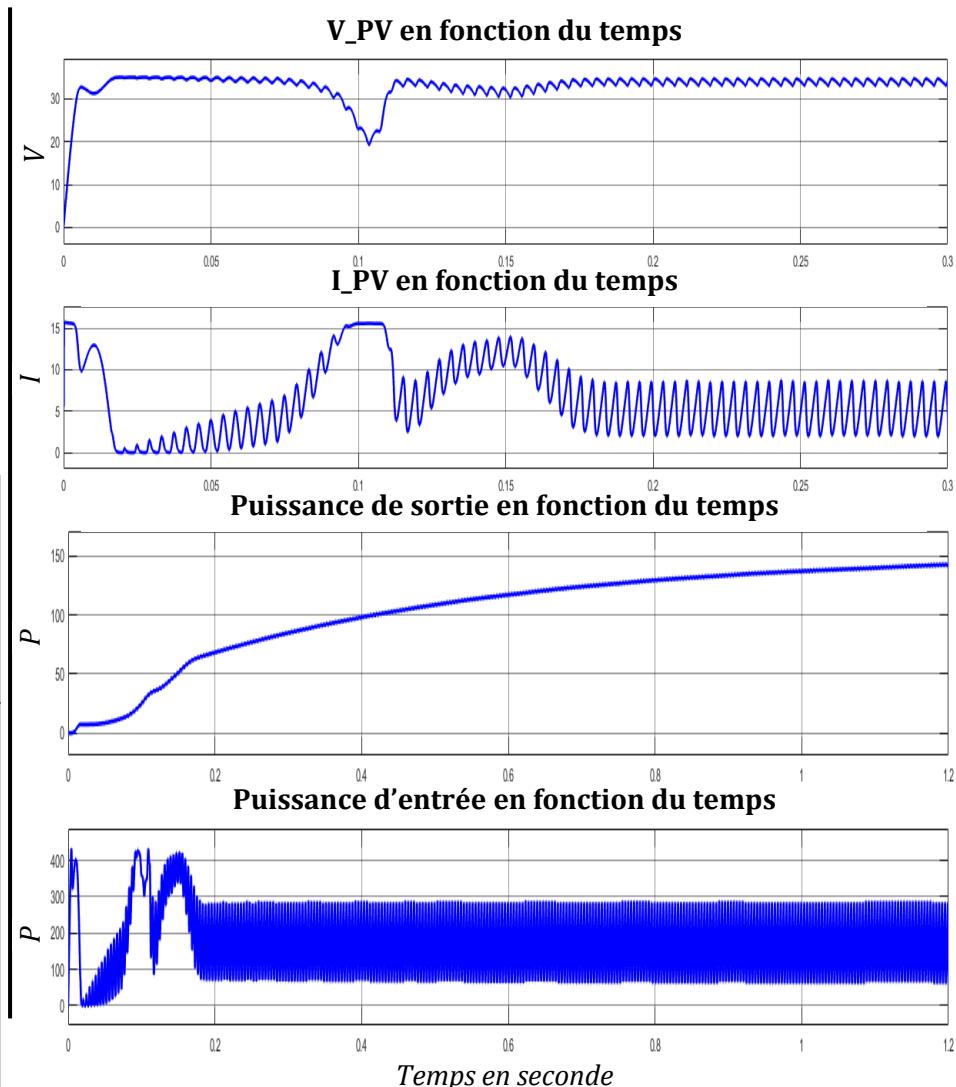
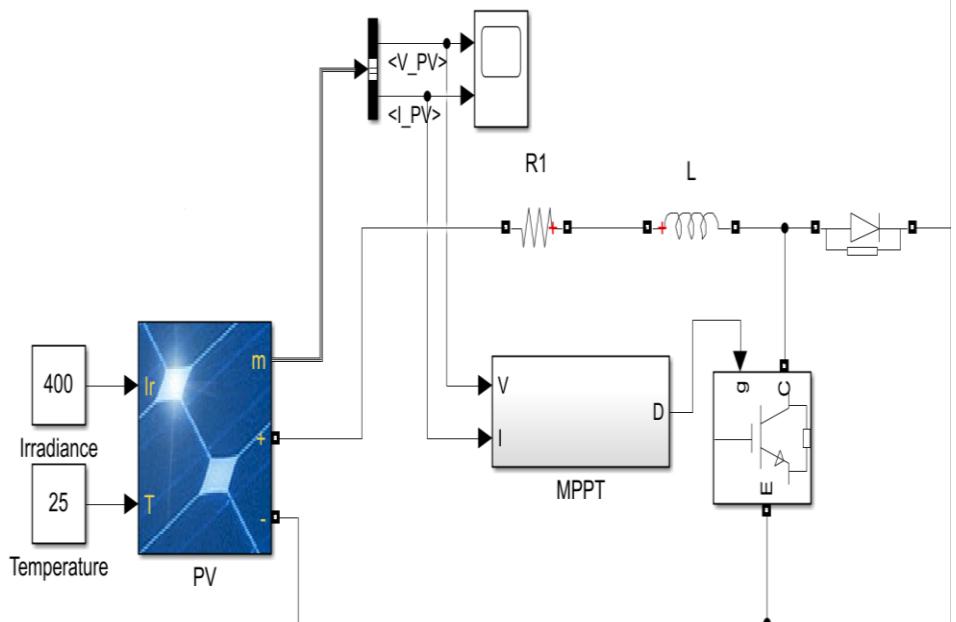
$$\bullet \langle P_{MPPT} \rangle = 475 \text{ W} \quad \bullet \langle P_{wMPPT} \rangle = 105 \text{ W}$$

Étude d'un modèle équivalent : Conversion électrique

❖ Schéma bloc

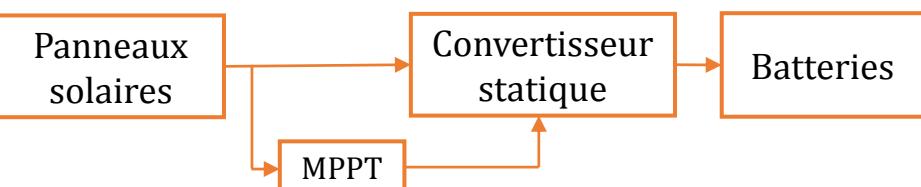


❖ Étude du convertisseur statique

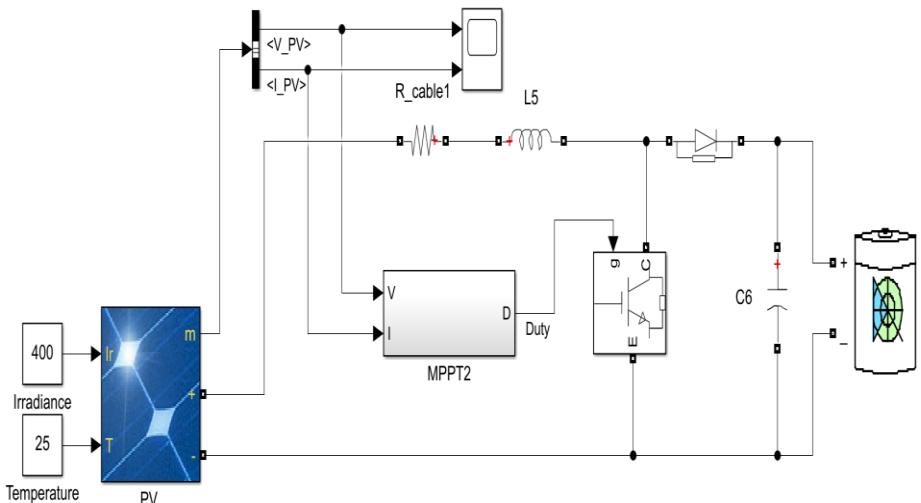


Étude d'un modèle équivalent : Stockage

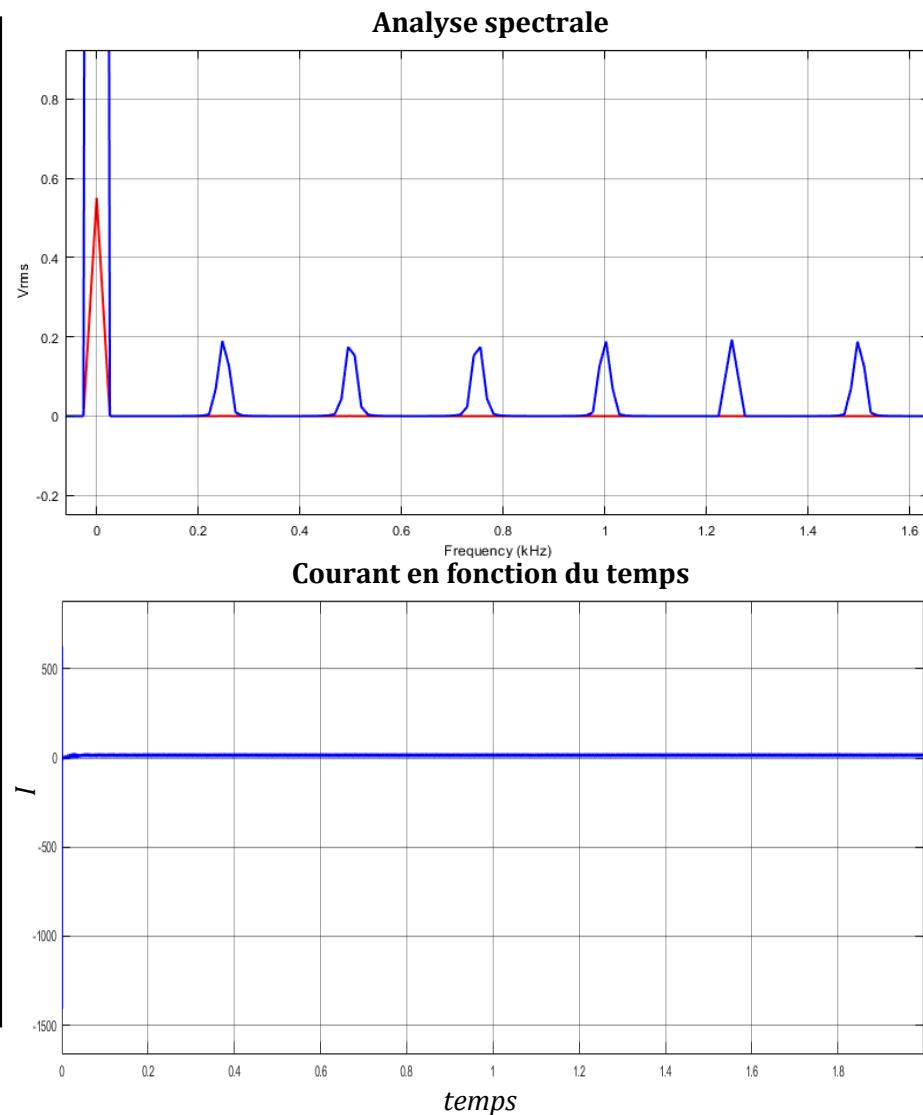
❖ Schéma bloc



❖ Modèle Simulink

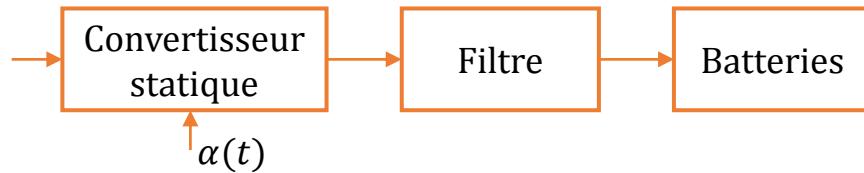


$$SOC_i = 45\% , V_{nominal} = 24\text{ V} , Capacité = 50\text{ Ah}$$



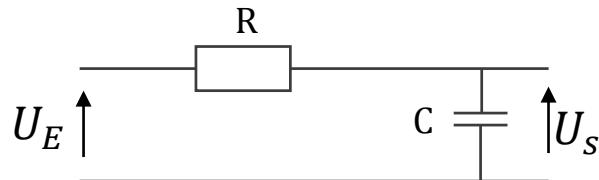
Étude d'un modèle équivalent : Traitement

❖ Schéma bloc



❖ Choix du filtre

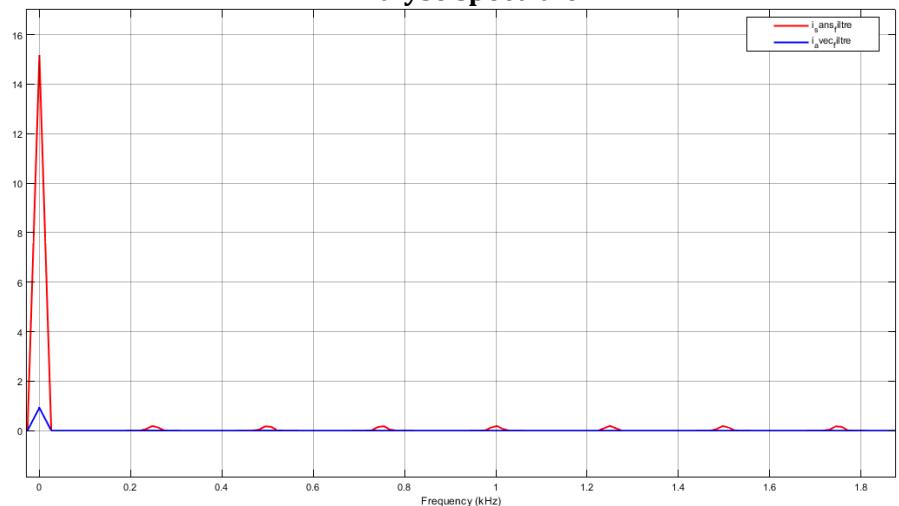
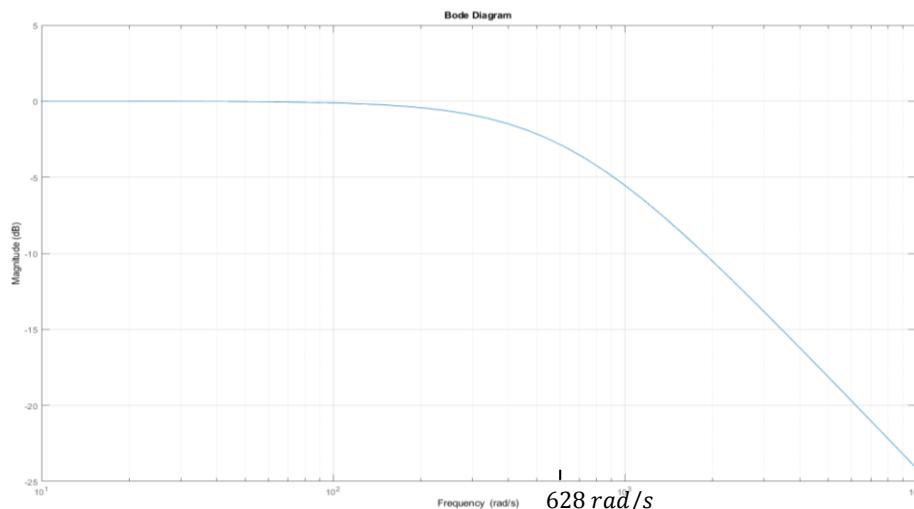
Passe-bas d'ordre 1 :



$$\underline{H(j\omega)} = \frac{H_0}{1 + \frac{j\omega}{\omega_0}} \quad R = 160 \Omega \text{ et } C = 10 \mu\text{F}$$

$$\omega_0 = \frac{1}{RC} = 628 \text{ rad}\cdot\text{s} , H_0 = 1$$

❖ Diagramme de Bode

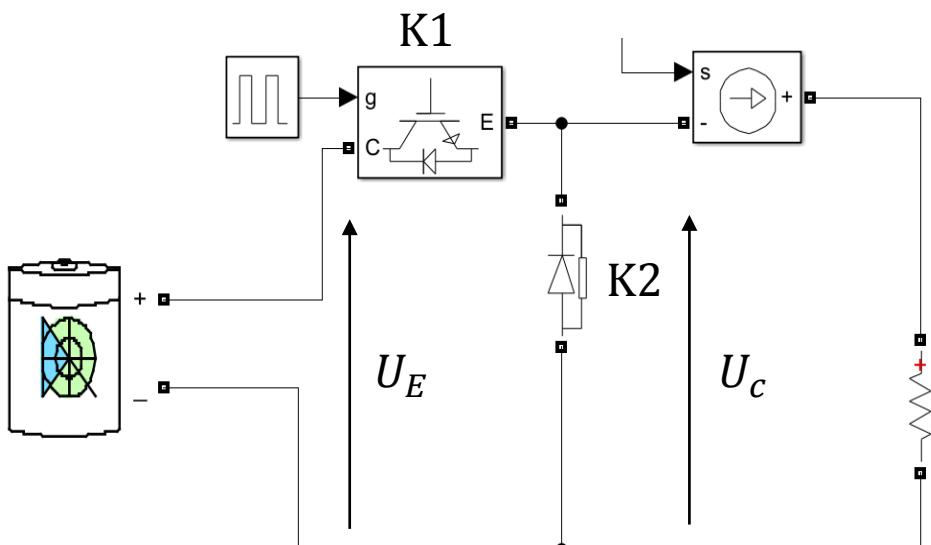


Étude d'un modèle équivalent : Alimentation instruments

❖ Schéma bloc

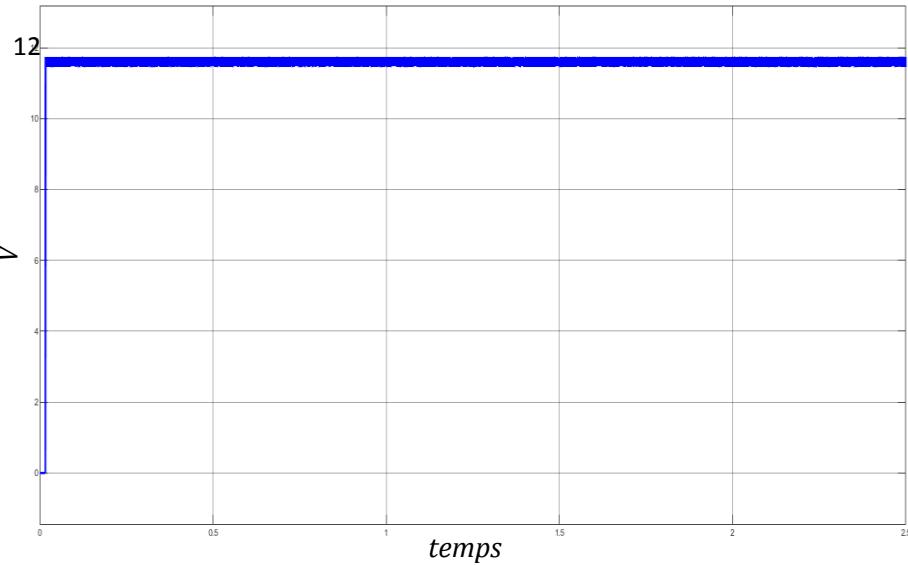
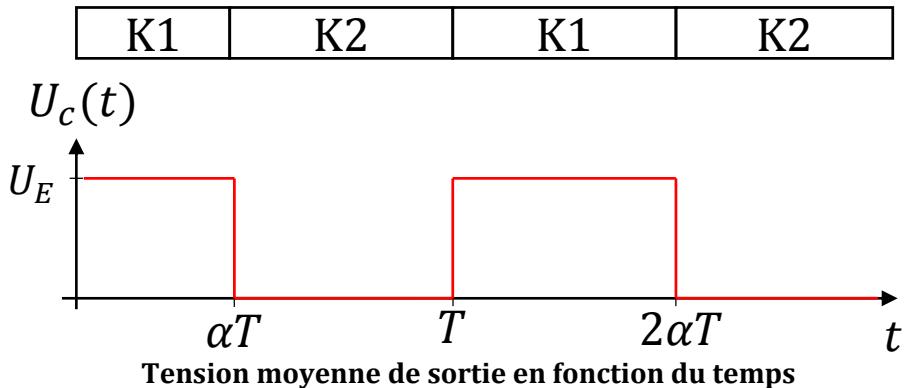


❖ Modèle Simulink

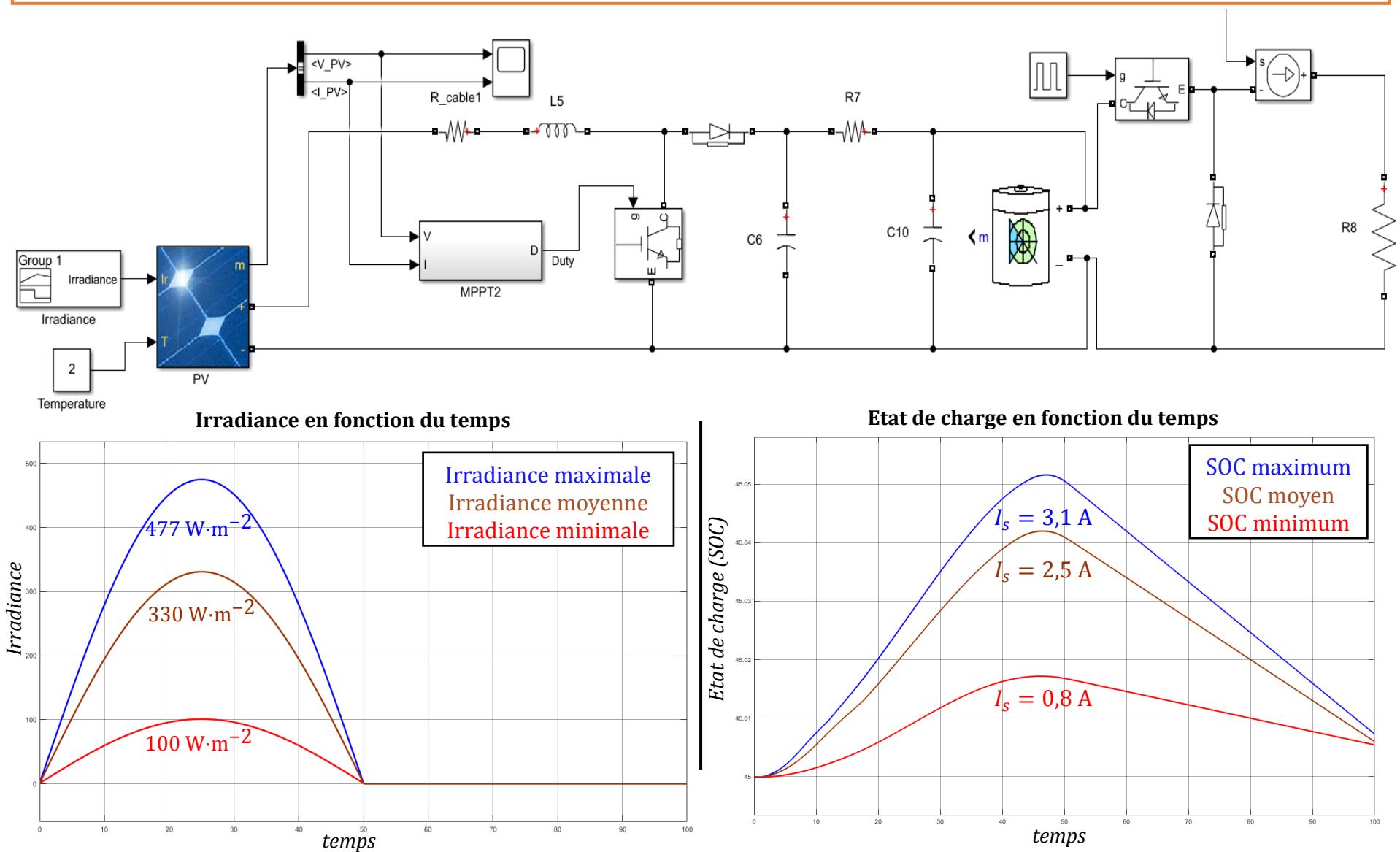


$$\langle u_c \rangle = \alpha U_E \text{ avec } \alpha \in]0; 1[\quad U_E = 24 \text{ V}$$

❖ Chronogrammes



Résultat du modèle équivalent



Conclusion

Rappel de la problématique : comment assurer une autonomie énergétique suffisante et durable de la sonde InSight, visant à limiter la décharge des batteries pour tenir le temps de la mission à 4 ans.

Objectif : consommation < production

Irradiance $477 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ $\Rightarrow I_{max} = 3,1 \text{ A}$

Irradiance $330 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ $\Rightarrow I_{max} = 2,5 \text{ A}$

Irradiance $97 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ $\Rightarrow I_{max} = 0,8 \text{ A}$

Hypothèse

- ❖ Température constante
- ❖ Consommation constante
- ❖ Batterie idéale